

Evolucija u računarstvu: NEAT algoritam

Dušan Korizma

Matematička gimnazija

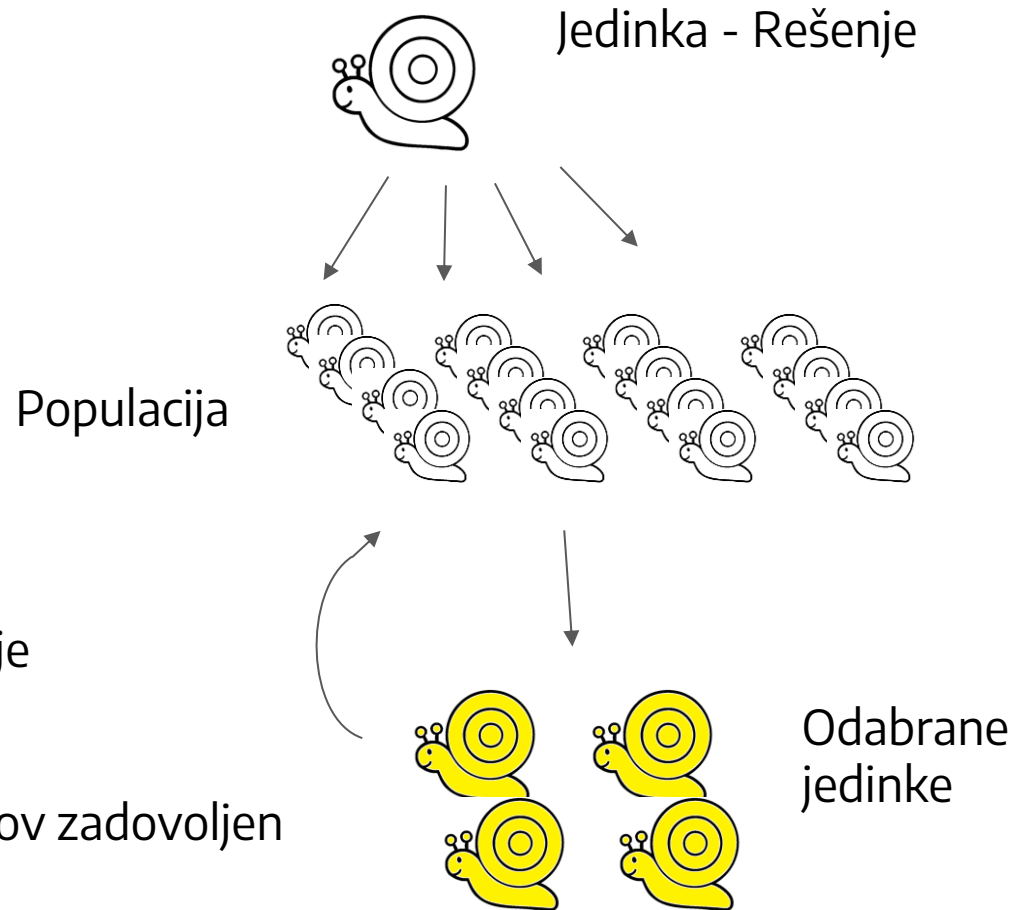
15. 05. 2024.

1. Genetski algoritam

2. Neuralne mreže

3. NEAT algoritam

- Rešava probleme optimizacije
 - Prelazak nekih igrica
 - Nameštanje parametara
- Inspirisan biološkim procesima
- Važna terminologija:
 - Jedinka
 - Populacija/Generacija
 - Fitness
 - Mutacija i Ukrštanje
- Izgled algoritma:
 - Kreacija populacije
 - Ocenjivanje trenutne generacije
 - Rangiranje jedinki
 - Prirodna selekcija
 - Ponovi proces sve dok nije uslov zadovoljen



- Kreacija nove generacije
 - Selekcija roditelja
 - Ukrštanje i mutacija roditelja na osnovu verovatnoća
- Ukrštanje
 - Način kombinovanja jedinki
 - Prenosenje gena/osobina
- Mutacija
 - Način izlaska iz lokalnog maksimuma
 - Može biti jaka ili slaba
 - Paziti na verovatnoću mutacije

Primer jedinke:

Binarni broj

10010111

Mutacija:

10000000

Ukrštanje dve jedinke

10101010

01010101

=>

11001110

- Predstava jedinki u GA
 - Racionalni broj
 - Binarno stablo
 - String
- Fitness funkcija
 - Evaluacija svake jedinke
 - Srce genetskog algoritma
 - Loša fitness funkcija => loše rešenje
 - Mora adekvatno oceniti jedinke
- Primeri:
 - Prelazak Flappy Bird igrice
 - Fitness = broj poena igrača
 - Fittovanje podataka na linearnu funkciju
 - Linearna funkcija $ax + b = 0$
 - Fitness = apsolutno odstupanje?

- Problem: Traženje minimuma date funkcije $f(x)$
 - Predstava jedinki: racionalan broj
 - Fitness funkcija: $\text{fitness} = |f(\text{jedinka})|$
 - Napomena: manji fitness označava bolje rešenje
 - Ukrštanje jedinki: srednja vrednost jedinki
 - Mutacija jedinki:
 - Množenje jedinki nekim koeficijentom
 - Sabiranje jedinki sa nekim brojem
 - Uslov prekida: $\text{fitness} < 0.0001$ (može biti i manje)

Napomena: Postoje bolja i efikasnija rešenja ovog problema, primer je dat samo zbog prikaza rada genetskog algoritma.

1. Genetski algoritam

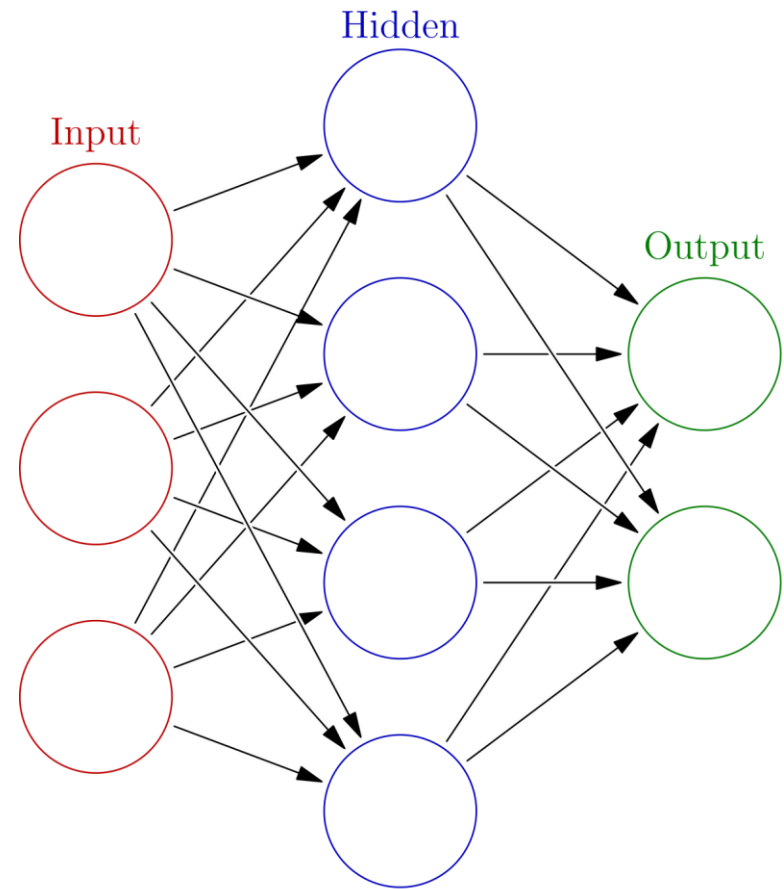
2. Neuralne mreže

3. NEAT algoritam

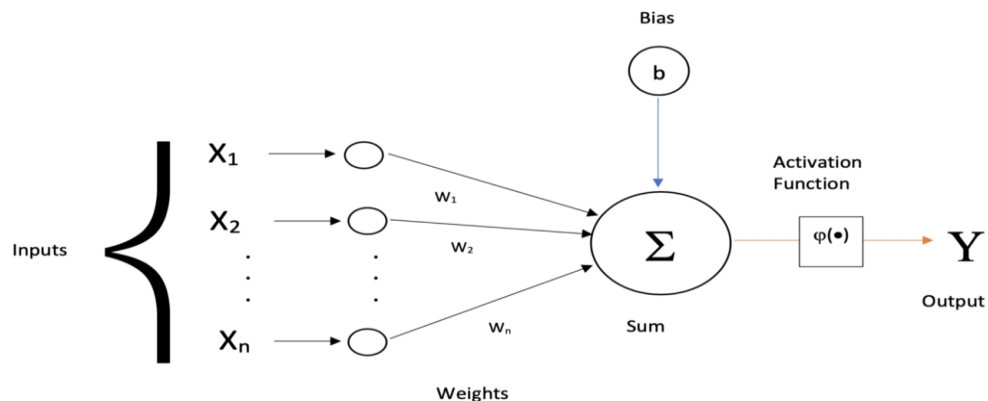
Šta je neuronska mreža?



- Model mašinskog učenja
- Oponaša rad neurona, time se naziv neuronska mreža
- Predstavlja se kao usmeren težinski graf čiji se čvorovi nazivaju neuroni
- Slojevi neurona
 - Ulazni
 - Skriveni
 - Izlazni
- Veze sadrže težinske vrednosti
- Neuroni sadrže bias (bias) vrednosti



- Ulazne informacije ulaze u ulazni sloj neurona
- Zatim se računa vrednost svih neurona pomoću već izračunatih neurona
- Vrednost neurona je:
 - $Y = f(\sum w_i x_i + b)$
- Odlučivanje da li je slika pas ili mačka:
 - Ulaz predstavlja piksele slike, ako su slike 200x200 piksela ulaznih neurona ima 40000
 - Izlaz predstavlja 2 neurona, predstavljaju koliko slika liči na mačku, psa



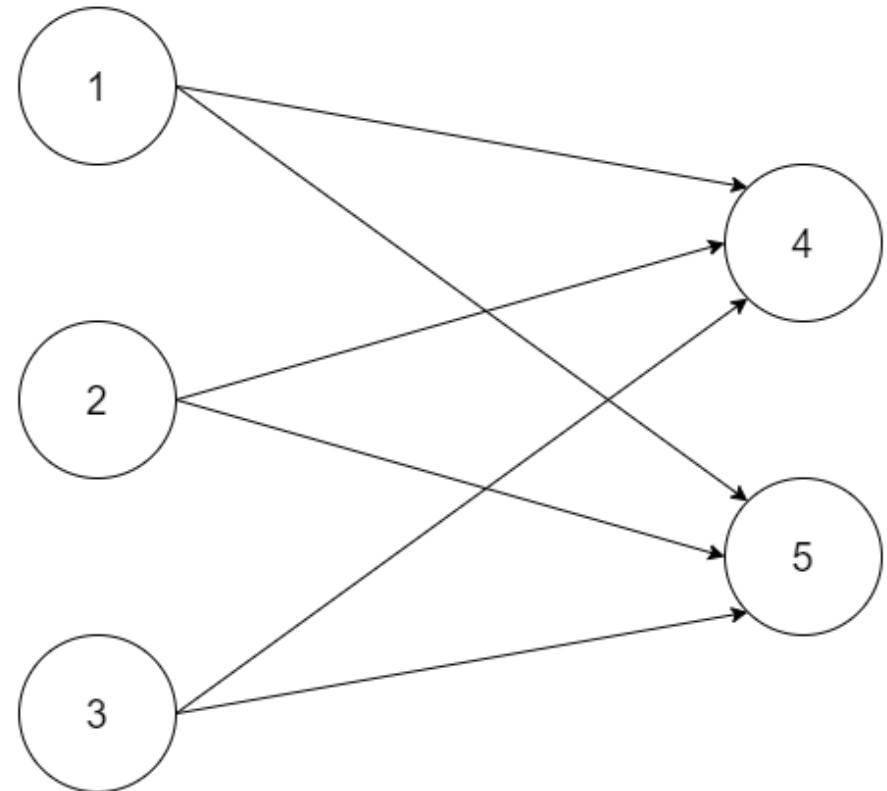
1. Genetski algoritam
2. Neuralne mreže
3. NEAT algoritam

- NEAT ili NeuroEvolution of Augmenting Topologies je algoritam koji kombinuje elemente genetskog algoritma i neuronske mreže
- Običan način treniranja neuronskih mreža (Back Propagation) optimizuje samo parametre mreže, ne i samu topologiju/strukturu
- Ideja algoritma jeste da uz samu optimizaciju parametara optimizuje i topologiju mreže
- Unapređeni genetski algoritam gde su jedinke neuronske mreže
- Svrstava se u nenadgledano učenje

- Inicijalna generacija se sastoji od neuronskih mreža minimalne strukture
- Mutacije
 - Dodavanje novog neurona
 - Dodavanje nove veze
 - Uključivanje/Isključivanje neke veze
 - Promena parametara mreže
- Tok algoritma
 - Kreacija generacije
 - Ocenjivanje fitnessa
 - Podela jedinki u vrste na osnovu sličnosti
 - Rangiranje jedinki
 - Prirodna selekcija
 - Ponoviti proces sve dok nije zadovoljen uslov
- Deljenje jedinki u grupe

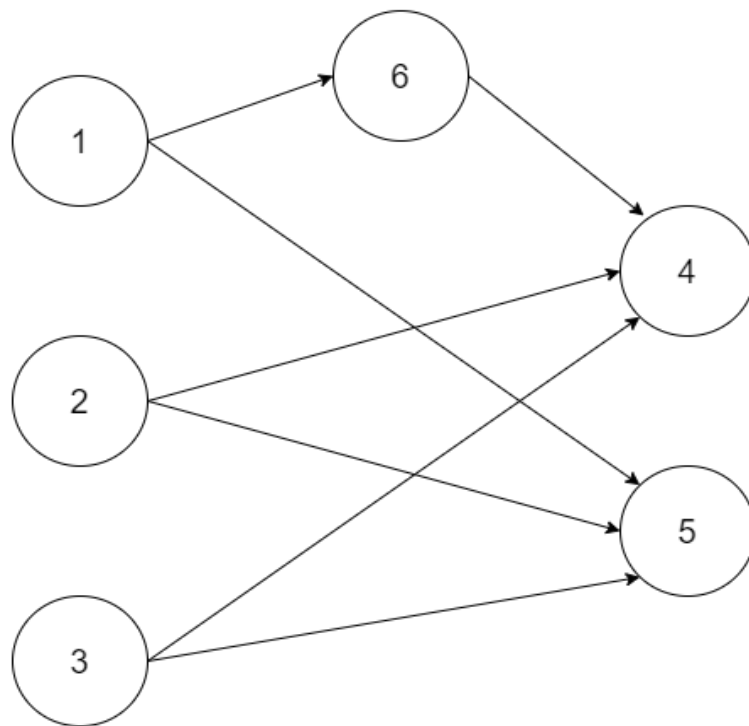
- Podsetnik: jedinka se sardži od gena (osobine jedinke)
- Gen jedinke = veza neuronske mreže
- Gen sadrži informacije o ulaznom i izlaznom neuronu, težini veze, da li je veza uključena ili isključena i **inovacioni broj** gena
- Inovacioni broj predstavlja identifikator gena, različiti geni imaju različiti inovativni broj

Излазни 1	Излазни 2	Излазни 3	Излазни 1	Излазни 2	Излазни 3
Улазни 4	Улазни 4	Улазни 4	Улазни 5	Улазни 5	Улазни 5
Тежина 0.5	Тежина 0.4	Тежина 0.6	Тежина 0.2	Тежина-0.3	Тежина 0.9
Укључен	Укључен	Укључен	Укључен	Укључен	Укључен
Инов. 1	Инов. 2	Инов. 3	Инов. 4	Инов. 5	Инов. 6

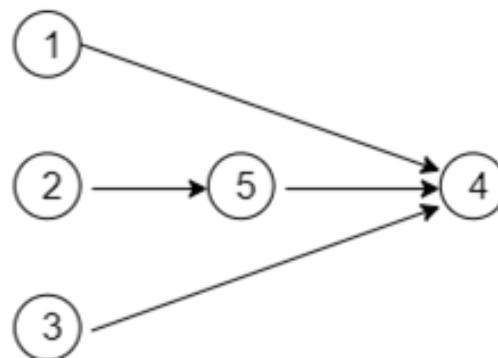
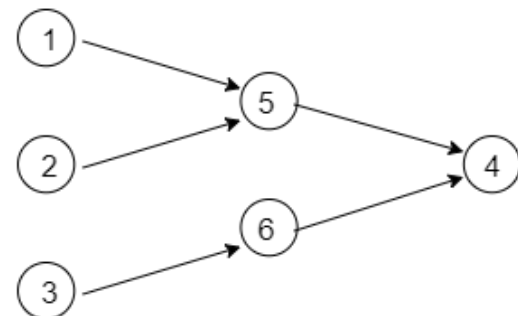
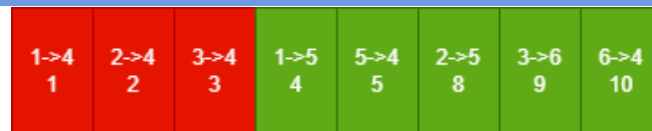


Излазни 1 Улазни 4 Тежина 0.5 Искључен Инов. 1	Излазни 2 Улазни 4 Тежина 0.4 Укључен Инов. 2	Излазни 3 Улазни 4 Тежина 0.6 Укључен Инов. 3	Излазни 1 Улазни 5 Тежина 0.2 Укључен Инов. 4	Излазни 2 Улазни 5 Тежина-0.3 Укључен Инов. 5	Излазни 3 Улазни 5 Тежина 0.9 Укључен Инов. 6	Излазни 1 Улазни 6 Тежина 0.4 Укључен Инов. 7	Излазни 6 Улазни 4 Тежина 0.2 Укључен Инов. 8
--	---	---	---	---	---	---	---

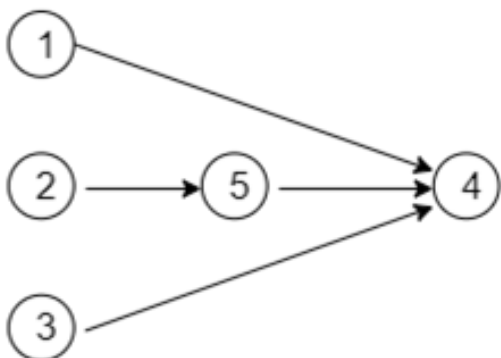
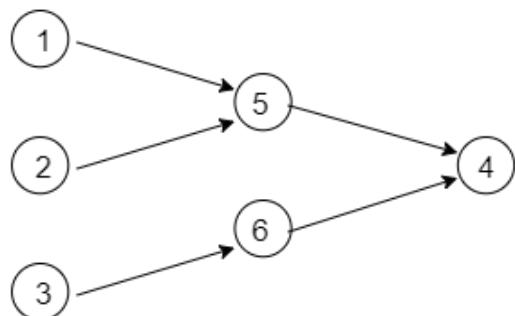
- Imamo 4 tipa mutacije
 - Dodavanje neurona na već postojeću vezu
 - Dodavanje nove veze između dva neurona
 - Isključivanje/Uključivanje veze
 - Promena parametra veze/neurona
- Svaki put kada se desi mutacija koja dodaje novi gen u sistem tada se inovacioni broj inkrementuje



- Poređaju se geni dve jedinke po inovacionim brojevima
- Možemo primetiti 3 tipa gena
 - Geni koji se poklapaju
 - Geni koji se razlikuju
 - Geni koji su višak
- U zavisnosti od fitness vrednosti jedinki se nasleđuju različiti i višak geni
- Geni koji se poklapaju se nasumično nasleđuju



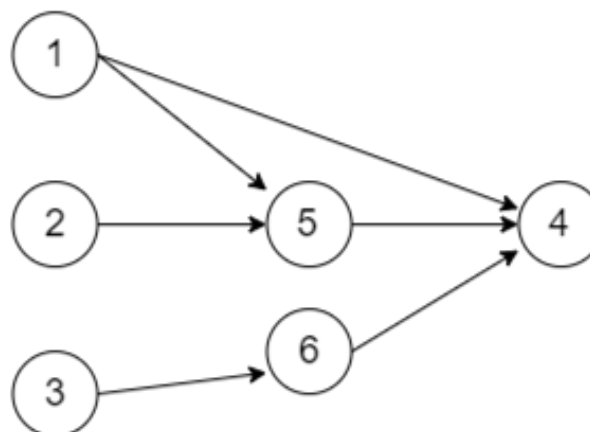
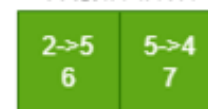
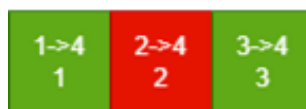
Ukrštanje jedinki



РАЗЛИЧИТИ

РАЗЛИЧИТИ

ВИШАК

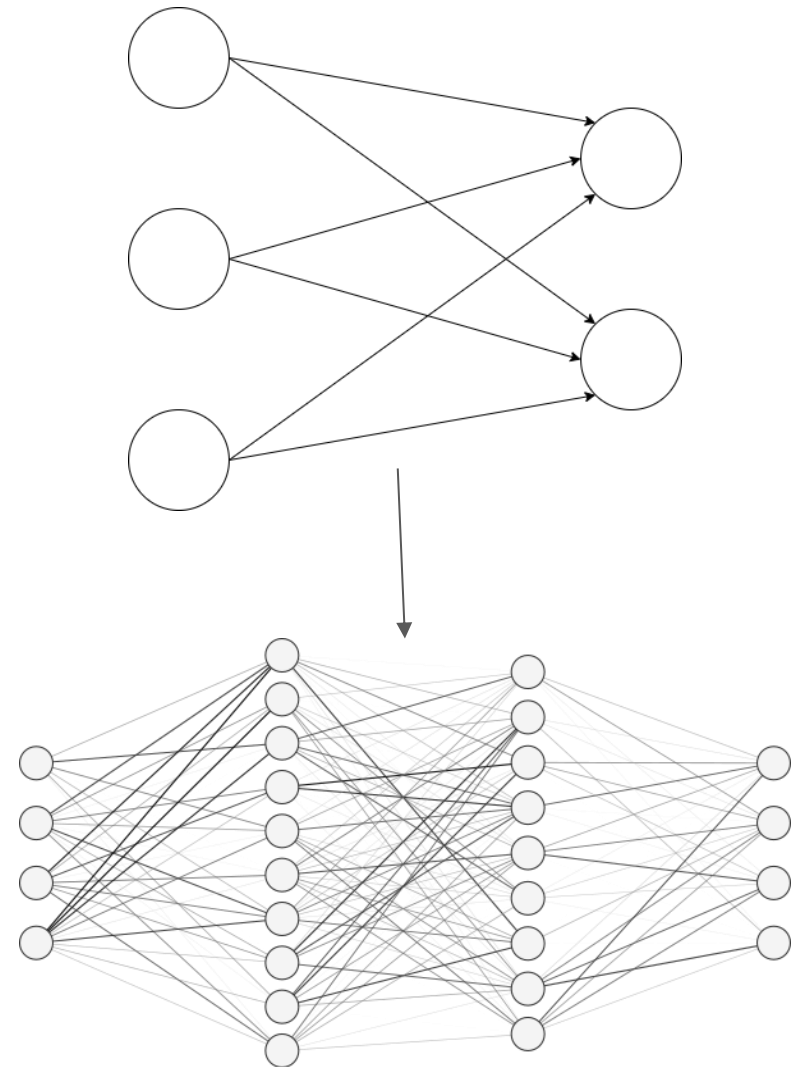


- Genomska udaljenost, udaljenost dve jedinke predstavlja koliko su dve jedinke istorijski udaljenje jedne od druge
- Pomoću udaljenosti dve jedinke se razvrstavaju jedinke
- Deljenje fitness vrednosti izmedju jedinki iste vrste
- Kažnjava prevelike vrste

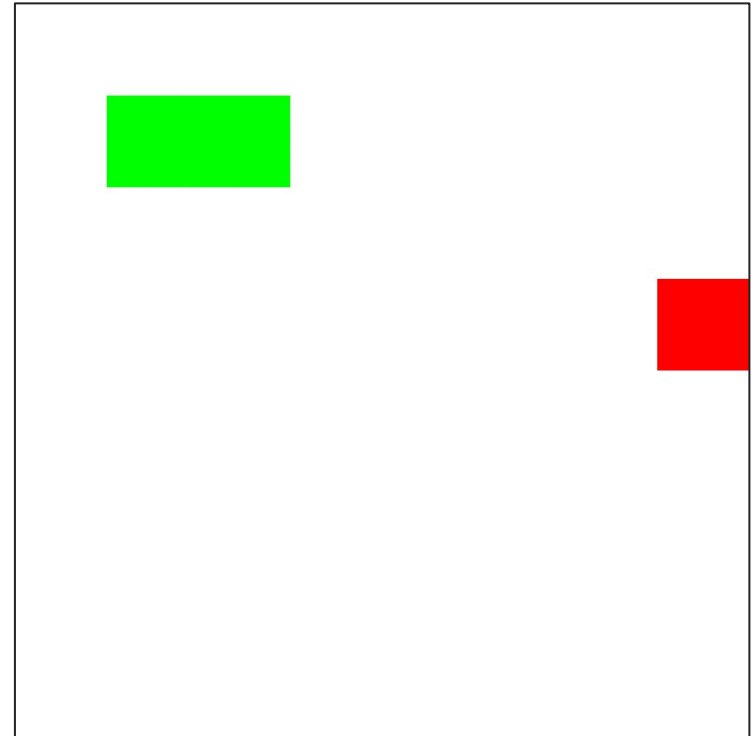
$$\delta = \frac{c_1 V}{N} + \frac{c_2 R}{N} + c_3 \bar{T}$$

$$f'_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^n sh(\delta(i, j))}$$

- Početne jedinice minimalne strukture
- Osiguran prolazak kroz sve moguće strukture
- Problem prevelikog prostora za pretragu



- Igranje igrice Zmijica na 8x8 tabli
- Ulaz mreže predstavlja 64 piksela na tabli
- Izlaz predstavlja sledeći smer kretanja zmije
- Fitness funkcija predstavlja prosečan broj pojedenih jabuka kroz 10 odigranih partija



Hvala na pažnji!

Pitanja?